

501P19270800



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年10月23日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-322273

出 願 人

Applicant(s):

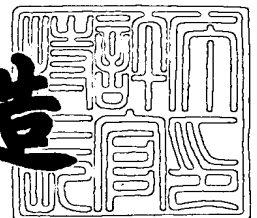
ソニー株式会社

RECEIVED
JUN 12 2002
TECHNOLOGY CENTER 2800

2001年10月19日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3091125

【書類名】 特許願

【整理番号】 0000618805

【提出日】 平成12年10月23日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 26/08
G09F 9/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 戸田 淳

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 赤尾 裕隆

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 石橋 晃

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代表者】 出井 伸之

【代理人】

【識別番号】 100110434

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐藤 勝

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 076186

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0011610

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光スイッチおよびディスプレイ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定の偏光成分を含む光を入射光として導波路に入射させ、その入射光の一部を前記導波路の外部に設けられた光取出し部に選択的に射出するための光スイッチにおいて、

光透過性の積層構造を有すると共に選択的な前記入射光の射出を行う機能層を有し、前記導波路の屈折率 n_0 と前記積層構造を構成する任意の層の屈折率 n_1 の差が Δn であり、前記任意の層の厚みが d であり、前記入射光の波長が λ である場合に、

条件 $2.20 \times 10^{-3} \leq \Delta n \cdot d \cdot \lambda^{-1} \leq 3.03 \times 10^{-3}$ を満たすことを特徴とする光スイッチ。

【請求項 2】 前記導波路の屈折率が 1.57 乃至 1.60 の範囲であり、その上に屈折率が 1.594 乃至 1.595 の範囲であって厚みが $0.13 \mu\text{m}$ 乃至 $0.16 \mu\text{m}$ の層が少なくとも 1 層あることを特徴とする請求項 1 記載の光スイッチ。

【請求項 3】 前記導波路の屈折率が 1.57 乃至 1.60 の範囲であり、その上に屈折率が 1.594 乃至 1.595 の範囲であって厚みが $0.13 \mu\text{m}$ 乃至 $0.16 \mu\text{m}$ の層が 2 層あることを特徴とする請求項 1 記載の光スイッチ。

【請求項 4】 前記光透過性の積層構造は透明樹脂層を含むことを特徴とする請求項 1 記載の光スイッチ。

【請求項 5】 前記透明樹脂層はポリイミド系樹脂からなることを特徴とする請求項 4 記載の光スイッチ。

【請求項 6】 前記光透過性の積層構造は透明電極層を含むことを特徴とする請求項 1 記載の光スイッチ。

【請求項 7】 前記導波路はポリカーボネート系樹脂であることを特徴とする請求項 1 記載の光スイッチ。

【請求項 8】 前記機能層は電界若しくは光に応じて、屈折率変調する層、屈折率分布変調する層、発光強度変調する層、着色濃度変調する層、誘電率変調する層、透磁率変調する層、液晶配向状態を変える液晶層、および光散乱する層から

なる群より選ばれた 1 種又は 2 種以上の層からなることを特徴とする請求項 1 記載の光スイッチ。

【請求項 9】 前記機能層は強誘電液晶層であり、該強誘電液晶層は一对の透明樹脂層に挟まれていることを特徴とする請求項 1 記載の光スイッチ。

【請求項 10】 前記入射光は半導体レーザー若しくは発光ダイオードからの光であることを特徴とする請求項 1 記載の光スイッチ。

【請求項 11】 所定の偏光成分を含む光を入射光として入射し複数の略平行に延在される導波路と、これら導波路に交差する単数若しくは複数の光取出し部と、前記導波路と前記光取出し部の間に配され前記入射光の一部を前記導波路の外部に設けられた前記光取出し部に選択的に射出する光スイッチとからなり、

前記光スイッチは、光透過性の積層構造を有すると共に選択的な前記入射光の射出を行う機能層を有し、前記導波路の屈折率 n_0 と前記積層構造を構成する任意の層の屈折率 n_1 の差が Δn であり、前記任意の層の厚みが d であり、前記入射光の波長が λ である場合に、

$$\text{条件 } 2.20 \times 10^{-3} \leq \Delta n \cdot d \cdot \lambda^{-1} \leq 3.03 \times 10^{-3}$$

を満たすことを特徴とするディスプレイ装置。

【請求項 12】 前記光透過性の積層構造は透明樹脂層を含むことを特徴とする請求項 11 記載のディスプレイ装置。

【請求項 13】 前記透明樹脂層はポリイミド系樹脂からなることを特徴とする請求項 12 記載のディスプレイ装置。

【請求項 14】 前記光透過性の積層構造は透明電極層を含むことを特徴とする請求項 11 記載のディスプレイ装置。

【請求項 15】 前記導波路はポリカーボネート系樹脂であることを特徴とする請求項 11 記載のディスプレイ装置。

【請求項 16】 前記機能層は電界若しくは光に応じて、屈折率変調する層、屈折率分布変調する層、発光強度変調する層、着色濃度変調する層、誘電率変調する層、透磁率変調する層、液晶配向状態を変える液晶層、および光散乱する層からなる群より選ばれた 1 種又は 2 種以上の層からなることを特徴とする請求項 1 記載のディスプレイ装置。

【請求項 1 7】 前記機能層は強誘電液晶層であり、該強誘電液晶層は一对の透明樹脂層に挟まれていることを特徴とする請求項 1 1 記載のディスプレイ装置。

【請求項 1 8】 前記入射光は半導体レーザー若しくは発光ダイオードからの光であることを特徴とする請求項 1 1 記載のディスプレイ装置。

【請求項 1 9】 赤色光源、青色光源、及び緑色光源の発光素子が順次前記導波路に対応してならべられ、前記発光素子は所要の信号に応じて発光するように制御され、それら前記発光素子からの光が前記入射光として前記導波路に入射することを特徴とする請求項 1 1 記載のディスプレイ装置。

【請求項 2 0】 発光素子で発光する波長に応じて、構成層の厚み及び屈折率の少なくともいずれか一方が隣接する他の光スイッチと異なる光スイッチがそれぞれ設けられていることを特徴とするディスプレイ装置。

【請求項 2 1】 所定の偏光成分を含む光を入射光として導波路に入射させ、その入射光の一部を前記導波路の外部に設けられた光取出し部に選択的に射出するための光スイッチにおいて、

光透過性の積層構造を有すると共に選択的な前記入射光の射出を行う機能層を有し、

前記導波路の長手方向における前記機能層の長さを $L\mu\text{m}$ とした場合に、前記導波路の厚みが $0.05 \cdot L\mu\text{m}$ 乃至 $0.2 \cdot L\mu\text{m}$ の範囲であることを特徴とする光スイッチ。

【請求項 2 2】 前記機能層の長さ $L\mu\text{m}$ は $1000 \pm 300\mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項 2 1 記載の光スイッチ。

【請求項 2 3】 所定の偏光成分を含む光を入射光として入射し複数の略平行に延在される導波路と、これら導波路に交差する単数若しくは複数の光取出し部と、前記導波路と前記光取出し部の間に配され前記入射光の一部を前記導波路の外部に設けられた前記光取出し部に選択的に射出する光スイッチとからなり、

前記光スイッチは、光透過性の積層構造を有すると共に選択的な前記入射光の射出を行う機能層を有し、

前記導波路の長手方向における前記機能層の長さを $L\mu\text{m}$ とした場合に、前記導波路の厚みが $0.05 \cdot L\mu\text{m}$ 乃至 $0.2 \cdot L\mu\text{m}$ の範囲であることを特徴とす

るディスプレイ装置。

【請求項 2 4】 前記機能層の長さ $L \mu m$ は $1 0 0 0 \pm 3 0 0 \mu m$ であることを特徴とする請求項 2 3 記載のディスプレイ装置。

【請求項 2 5】 所定の偏光成分を含む光を入射光として導波路に入射させ、その入射光の一部を前記導波路の外部に設けられた光取出し部に選択的に射出するための光スイッチにおいて、

光透過性の積層構造を有すると共に選択的な前記入射光の射出を行う機能層を有し、前記導波路の屈折率 n_0 と前記積層構造を構成する任意の層の屈折率 n_1 の差が Δn であり、前記任意の層の厚みが d であり、前記入射光の波長が λ である場合に、

$$\text{条件 } |\Delta n \cdot d \cdot \lambda^{-1}| \leq 3.03 \times 10^{-3} \quad \text{かつ} \quad |\Delta n \cdot d \cdot \lambda^{-1}| \neq 0$$

を満たすことを特徴とする光スイッチ。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術の分野】

本発明は導波路中の光を選択的に取出すための光スイッチと、該光スイッチを配列させたディスプレイ装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

一般家庭用のテレビジョンでは、ディスプレイにブラウン管を使っており、これは電子線で蛍光体を励起して発光させるシステムになっている。また、液晶ディスプレイでは、液晶の偏光特性を変化させることによって、光の透過率を変化させている。この場合、白色光をフィルターで色を選別している。更に、プラズマディスプレイでは、プラズマで発生した紫外線により、蛍光体を励起している。

【0 0 0 3】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、テレビジョン受像機は、ブラウン管の奥行きが長く、薄型ディスプ

レイが実現されておらず、また、重いという欠点がある。さらに蛍光体の発光であるので、各三原色の発光スペクトルの半値幅が広く、色純度や色再現性が悪い。また、液晶ディスプレイは、色フィルターで決まるスペクトルであるために、これも半値幅が広く、色純度や色再現性が悪い。プラズマディスプレイも、ブラウン管と同様に蛍光体の発光であるので、発光スペクトルの半値幅が広く、色純度や色再現性が悪い。また、階調が取りにくいという問題点もある。

【0004】

一方、フォトニクスを利用したディスプレイ装置として光導波路を用いたディスプレイ装置が知られているが、これは液晶などの光スイッチング素子すなわち光スイッチのオンおよびオフに対応した出射光のコントラスト比が低いという問題点をかかえている。また、光スイッチを光透過層を積層させた構造とする場合では、膜厚や屈折率などに依存する微妙な取出し効率の変化が全体としての光取出し効率の均一性に大きく影響することがあり、光取出し効率の均一性を容易に実現できる光スイッチが必要とされている。

【0005】

少なくともクラッド層を備えた光導波路と、電極膜と、配向制御膜とを有し、一对の基板間に強誘電性液晶が充填された光方向性結合器からなる光スイッチとして、たとえば特開平8-36196号公報記載の技術が知られている。この光スイッチでは、液晶の屈折率が最適化され、結合効率（光取り出し効率）が1すなわち光の移行する割合が100%となることを目標とした設計が行われており、たとえば液晶の実効屈折率を1.523として結合効率を98%にできた旨の記載がある。

【0006】

ところが、前述の公報記載の光スイッチのように、高い結合効率を追求して光スイッチを構成した場合は、膜厚や材料特性に依存した製造工程上のばらつきから、強誘電性液晶、光導波路、電極膜、及び配向制御膜などの構成要素の屈折率がずれこむことがある。そして構成要素の屈折率がずれた場合は、強誘電性液晶の屈折率を調整するだけでは十分ではなく、結合効率が設計値からのずれに従って大きく低下してしまうことになり、光取出し効率の均一性が得られなくな

ってしまう。

【0007】

そこで本発明は、上述した技術的課題を解決するものであって、光導波路を用いたディスプレイ装置とそのようなディスプレイ装置に用いられる光スイッチの改良に係わるものであり、その目的は、コントラスト比を著しく向上させ、明るく鮮明な画像が得られると共に光取出し効率の均一性を容易に実現できる光スイッチと該光スイッチを用いたディスプレイ装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明の光スイッチは、所定の偏光成分を含む光を入射光として導波路に入射させ、その入射光の一部を前記導波路の外部に設けられた光取出し部に選択的に射出するための光スイッチにおいて、光透過性の積層構造を有すると共に選択的な前記入射光の射出を行う機能層を有し、前記導波路の屈折率 n_0 と前記積層構造を構成する任意の層の屈折率 n_1 の差が Δn であり、前記任意の層の厚みが d であり、前記入射光の波長が λ である場合に、条件 $2.20 \times 10^{-3} \leq \Delta n \cdot d \cdot \lambda^{-1} \leq 3.03 \times 10^{-3}$ を満たすことを特徴とする。

【0009】

また、本発明のディスプレイ装置は、所定の偏光成分を含む光を入射光として入射し複数の略平行に延在される導波路と、これら導波路に交差する単数若しくは複数の光取出し部と、前記導波路と前記光取出し部の間に配され前記入射光の一部を前記導波路の外部に設けられた前記光取出し部に選択的に射出する光スイッチとからなり、前記光スイッチは、光透過性の積層構造を有すると共に選択的な前記入射光の射出を行う機能層を有し、前記導波路の屈折率 n_0 と前記積層構造を構成する任意の層の屈折率 n_1 の差が Δn であり、前記任意の層の厚みが d であり、前記入射光の波長が λ である場合に、条件 $2.20 \times 10^{-3} \leq \Delta n \cdot d \cdot \lambda^{-1} \leq 3.03 \times 10^{-3}$ を満たすことを特徴とする。

【0010】

また、本発明の他の光スイッチは、所定の偏光成分を含む光を入射光として導波路に入射させ、その入射光の一部を前記導波路の外部に設けられた光取出し部

に選択的に射出するための光スイッチにおいて、光透過性の積層構造を有すると共に選択的な前記入射光の射出を行う機能層を有し、前記導波路の長手方向における前記機能層の長さを $L\mu\text{m}$ とした場合に、前記導波路の厚みが $0.05 \cdot L\mu\text{m}$ 乃至 $0.2 \cdot L\mu\text{m}$ の範囲であることを特徴とする。

【0011】

さらに、本発明の他のディスプレイ装置は、所定の偏光成分を含む光を入射光として入射し複数の略平行に延在される導波路と、これら導波路に交差する単数若しくは複数の光取出し部と、前記導波路と前記光取出し部の間に配され前記入射光の一部を前記導波路の外部に設けられた前記光取出し部に選択的に射出する光スイッチとからなり、前記光スイッチは、光透過性の積層構造を有すると共に選択的な前記入射光の射出を行う機能層を有し、前記導波路の長手方向における前記機能層の長さを $L\mu\text{m}$ とした場合に、前記導波路の厚みが $0.05 \cdot L\mu\text{m}$ 乃至 $0.2 \cdot L\mu\text{m}$ の範囲であることを特徴とする。

【0012】

本発明の $\Delta n \cdot d \cdot \lambda^{-1}$ の値が規定される光スイッチおよびディスプレイ装置によれば、当該光スイッチを構成する光透過性の積層構造の各層に屈折率のゆらぎが生じた場合であっても、光の取出し効率をあまり変動させない作用がある。すなわち、屈折率 n_1 がゆらいで多少のずれが生じた場合であっても、計算上から、最も光の取出し効率の良い屈折率の近傍には、光の取出し効率の変化量が小さい領域がある。この小変化領域を積極的に利用することで、屈折率変動しても光の取出し効率の変動を抑えることができる。光の取出し効率の変化量が小さい小変化領域は、屈折率 n_1 で膜厚 d の任意の層を光が透過していく場合の透過光の位相のずれが所定の範囲内にある条件で現れる。 $\Delta n \cdot d \cdot \lambda^{-1}$ の値はその透過光の位相のずれを示す値であって、 2.20×10^{-3} 以上で 3.03×10^{-3} 以下が小変化領域を利用して光の取出し効率を抑える条件となり、この条件を利用して、光取出し効率の均一化を図ることができる。

【0013】

本発明の導波路の厚みが規定される光スイッチおよびディスプレイ装置によれば、1つの光スイッチや画素における光強度を強い値に設定できる。すなわち、

光スイッチの選択的な前記入射光の射出を行う機能層のサイズを基準として、導波路の厚みが薄い場合には導波路に入射可能なモード数が減少し、十分な光強度を得ることが困難となる。一方、導波路の厚みが厚い場合には、1つのモードの光線が1つの光スイッチの機能層に入射する確率が減少してしまい、選択的な光の射出を行っても十分な光強度を得ることができない。このため、光強度に関して、導波路の厚みには好適な範囲があり、導波路の長手方向における機能層の長さを $L\mu\text{m}$ とした場合に、導波路の厚みが $0.05 \cdot L\mu\text{m}$ 乃至 $0.2 \cdot L\mu\text{m}$ の範囲であることで、光強度を強くするような設定が実現される。

【0014】

本発明のさらに他の光スイッチとしては、所定の偏光成分を含む光を入射光として導波路に入射させ、その入射光の一部を前記導波路の外部に設けられた光取出し部に選択的に射出するための光スイッチにおいて、光透過性の積層構造を有すると共に選択的な前記入射光の射出を行う機能層を有し、前記導波路の屈折率 n_0 と前記積層構造を構成する任意の層の屈折率 n_1 の差が Δn であり、前記任意の層の厚みが d であり、前記入射光の波長が λ である場合に、条件 $|\Delta n \cdot d \cdot \lambda^{-1}| \leq 3.03 \times 10^{-3}$ かつ $|\Delta n \cdot d \cdot \lambda^{-1}| \neq 0$ を満たすように構成しても良い。この条件では $\Delta n \cdot d \cdot \lambda^{-1}$ で表される透過光の位相のずれがより広い範囲で満たされることになり、製造上もより作成し易い条件となる。なお、 Δn は負の値となることもあり、透過光の位相のずれについては絶対値で表現している。

【0015】

【発明の実施の形態】

本発明の光スイッチおよびそれを用いたディスプレイ装置の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

まず、本実施形態の光スイッチは、所定の偏光成分を含む光を入射光として導波路に入射させ、その入射光の一部を前記導波路の外部に設けられた光取出し部に選択的に射出するための光スイッチにおいて、光透過性の積層構造を有すると共に選択的な前記入射光の射出を行う機能層を有し、前記導波路の屈折率 n_0 と前記積層構造を構成する任意の層の屈折率 n_1 の差が Δn であり、前記任意の層

の厚みが d であり、前記入射光の波長が λ である場合に、条件 $2.20 \times 10^{-3} \leq \Delta n \cdot d \cdot \lambda^{-1} \leq 3.03 \times 10^{-3}$ を満たすことを特徴とする。

【0016】

本実施形態の光スイッチには導波路が設けられており、当該光スイッチがディスプレイ装置の一部ディスプレイ装置を構成する場合には、例えば細い平板状に形成された導波路が複数本ならべられて配列される。

【0017】

図1は光スイッチの構造を示す模式的な斜視図であり、光導波路1はポリカーボネート系樹脂の板状部材より形成されており、光導波路1の端面12からは半導体レーザーなどの光源6からの光が入射する。この光導波路1は同じく平板状の光取出し部2と交差するようになっており、光導波路1と光取出し部2の交差部分に液晶素子3が光導波路1と光取出し部2に挟まれて配設されている。

【0018】

光スイッチ10に使用される光源6としては、半導体レーザーなどの他、LED（発光ダイオード）光源やEL（電界発光素子）光源などを使用することもでき、偏光を得るためには偏光板を用いれば良い。これらの光源は、発光スペクトルの半値幅が比較的狭く、色純度も良好なため、優れた三原色ディスプレイ装置を構築する場合に有効である。

【0019】

光導波路1は所要の剛性及び柔軟性や耐熱性などを備えた光を良く透過する材料であれば良く、例えば、ポリカーボネート系樹脂によって形成されるが、これに限定されず他の透明合成樹脂や、石英ガラスなどの材料であっても良い。本実施形態において光導波路1の形状は細長い平板形状であるが、これに限定されず丸棒状や角棒状であっても良く、また光ファイバーなどを光導波路1に用いることもできる。

【0020】

光導波路1と光取出し部2の間に形成される液晶素子3は、選択的な入射光の射出を行う機能層を有しており、入射光を光導波路1内で全反射する全反射モードと、入射光を当該液晶素子3を介して放射する放射モードを選択的にとること

ができる。この選択的な液晶素子 3 の制御は、液晶素子に印加される印加電圧 5 を変化させることで行われ、導波された光が上面から出射される。この液晶素子 3 からの光の取り出し効率を上げるために、回折格子 7 が光取出し部 2 の上面に取り付けられる。液晶素子 3 は、後述するような光透過可能な積層構造を有しており、選択的な前記入射光の射出を行う。なお、本実施形態においては、光スイッチの機能層を有する素子として液晶素子 3 が用いられているが、光スイッチは、たとえば電界および光の少なくとも一方によってそれぞれ屈折率変調する素子、屈折率分布変調する素子、発光強度変調する素子、着色濃度変調する素子、誘電率変調する素子、液晶配向状態を変える液晶素子、透磁率変調する素子、および光散乱する素子などからなる群より選ばれた 1 種または 2 種以上の組み合わせからなり、選択的な光の導出又は遮断を行う。特に本実施形態のように、光スイッチの機能層を有する素子として液晶素子 3 が用いられる場合、強誘電性液晶を有するものが好ましい。

【 0 0 2 1 】

光スイッチは図 2 に示すように平面状に配列させることで、平面型ディスプレイ装置 2 0 として使用することができる。平面内に水平方向に延在されるように複数の例えばポリカーボネート樹脂から構成された光導波路 1 1 が所定の間隔で形成され、それら光導波路 1 1 に直交されるように複数の細い平板状の光取出し部 1 2 が延在される。複数の光導波路 1 1 と複数の光取出し部 1 2 の交差部にはそれぞれ液晶素子 1 3 が配設される。液晶素子 1 3 は、選択的な入射光の射出を行う機能層を有しており、液晶素子 1 3 に印加される印加電圧 1 5 を変化させることにより、入射光を光導波路 1 1 内で全反射する全反射モードと、入射光を当該液晶素子 1 3 を介して放射する放射モードを選択的にとることができる。

【 0 0 2 2 】

各光導波路 1 1 の基端側には略平板状の基台 1 9 が取り付けられており、その基台 1 9 の上面にはそれぞれの発光色に対応した半導体レーザー 1 6、1 7、1 8 がその発光側を各光導波路 1 1 の端面に向ける方向をもって取り付けられている。各半導体レーザー 1 6、1 7、1 8 と各光導波路 1 1 の端面の間には、それぞれレンズ 1 4 が設けられており、このレンズ 1 4 を介して半導体レーザー 1 6

、 1 7、 1 8からのレーザー光が各光導波路 1 1の端面に入射する。それぞれの発光色に対応した半導体レーザー 1 6、 1 7、 1 8は順に赤色、緑色、青色の発光をするレーザーであり、複数の光導波路 1 1はそれぞれ赤色、緑色、青色の入射光を導波する。たとえば、光導波路 1 1がディスプレイ画面の水平方向に 4 8 0 0本並べられている場合であって、垂直方向に光取出し部が 1 2 0 0本並べられている場合は、 1 9 2万画素のフルカラーディスプレイ装置として用いることができる。

【 0 0 2 3 】

なお、本発明に用いるレーザ、発光ダイオード及び電界発光素子の好ましい具体例を挙げると、レーザ、発光ダイオードとしては、赤色光源として A l G a I n P 系 I I I - V 族半導体発光デバイス、緑色光源として Z n S e 系 I I - V I 族半導体発光デバイスまたは G a N 系 I I I - V 族半導体発光デバイス、青色光源として Z n S e 系 I I - V I 族半導体発光デバイスまたは G a N 系 I I I - V 族半導体発光デバイスなどがあり、後者の電界発光素子は赤色光源、緑色光源、青色光源として Z n S 系発光デバイスなどが挙げられる。

【 0 0 2 4 】

また、光導波路型のディスプレイ装置としては、構成材料としてプラスチック等の柔軟な材料を使用することによって、迫力のある画面を有する 1 2 0 度などの広角度曲面ディスプレイ、半球型ディスプレイ、全球型ディスプレイ、コクーン型ディスプレイ、更には、不使用時に巻き上げることのできるディスプレイなど、大型からコンパクトに至る種々のサイズにすることができる。

【 0 0 2 5 】

次に本実施形態の液晶光スイッチの要部構造を図 3 を参照しながら説明する。液晶光スイッチの要部構造は、図 3 に示すように、導波路 3 1 と光取出し層 3 2 の間に、液晶素子が配される積層構造を有しており、具体的には透明電極層 3 3、 3 7 の間に配向膜 3 4、 3 6 が形成され、配向膜 3 4、 3 6 の間に液晶層 3 5 が形成される。導波路 3 1 と光取出し層 3 2 は、前述のように、光透過性の良いポリカーボネート系樹脂で形成され、その場合の導波路 3 1 および光取出し層 3 2 の屈折率 n_0 は 1. 5 8 5 である。透明電極層 3 3、 3 7 は例えば I T O 膜で

あり、その屈折率は1.585で導波路31と等しく設定されるが、後で詳述するように本実施形態においてはその設定値よりも屈折率多少のずれがあっても光の取出し効率が下がらない構造となっている。これら透明電極層33、37の膜厚は例えば0.50 μm に設定される。透明電極層33、37に間に印加される電圧に応じて液晶層35のモードが選択される。

【0026】

透明電極層33の上部及び透明電極層37の下部には、例えばポリイミド系樹脂からなる配向膜34、36がそれぞれ形成される。これら配向膜34、36の屈折率は、導波路31および光取出し層32の屈折率 n_0 である1.585より例えば0.05から0.15程度高くされる。これら配向膜34、36の膜厚は0.142 μm に設定される。

【0027】

液晶層35は、選択的に入射光を透過するための機能層であり、透明電極層33、37に間に印加される電圧に応じて反射率が大きく変化する。液晶は強誘電性液晶であり、オン状態の時に導波路31中の光が光取出し層32にまで到達し、オフ状態の時に導波路31中の光は液晶層35で遮断されて液晶層35にまで到達しない。図4は液晶層の反射率 R を示した図であり、反射角の補角 θ が20°以下の範囲ではオフ状態の場合に反射率 R が略1に近い数値となり、オン状態の場合に反射率 R が0.2以下の略ゼロに近い反射率を示す。

【0028】

次に、本実施形態の光スイッチにおいては、任意の層の屈折率や膜厚などがずれた場合であっても、光の取出し効率が均一に保たれる点について説明する。本実施形態の光スイッチは光透過性の各層を積層した構造を有するため、各層の屈折率のそれぞれが光スイッチ全体の光取出し効率に影響を与える。最も効率を高くするすなわち光取出し効率 η が1になる条件は、導波路の屈折率 n_0 と同じ屈折率を各層がとる場合であり、本来設計上は効率を最大する場合に有効である。しかし、光取出し効率 η が1になる条件の近くでは、仮に屈折率が少しずれた場合でも大きく光取出し効率 η がずれてしまい、その結果、ディスプレイ装置のように面状に光スイッチを並べる場合では光スイッチ毎のばらつきが顕在化してし

まう。そこで最も効率の高い部分を光スイッチの積層構造に採用することは見合
わせ、代わりに最大効率部分の近くで且つ屈折率の変動した場合であっても逆に
光取出し効率 η が大きく変化しない小変化領域を積極的に利用する。

【 0 0 2 9 】

図 5 は透明電極の屈折率がずれた場合の光取出し効率 η を示したグラフである。
図 5 においては、4 つの曲線が描かれており、それぞれの曲線において小変化
領域が存在していることが分かる。このグラフが前提としている構造は屈折率 n_0
の導波路上に屈折率 n の透明電極層と屈折率 PI の配向膜が形成された図 3 に示
す構造であり、4 つの曲線はそれぞれ配向膜の屈折率 PI が $PI = 1.593$ 、 $PI =$
 1.594 、 $PI = 1.595$ 、 $PI = 1.596$ の 4 通りに対応している。図 5 に
おいて、縦軸は光取出し効率 η を示し、横軸は透明電極層の屈折率 n の値を示す。
図 5 の 4 つの曲線ともにそれぞれ最大効率部分から屈折率が 0.002 程度大
きくなったところに屈折率 n が変動した場合であっても逆に光取出し効率 η が大
きく変化しない小変化領域が存在していることが分かる。この小変化領域を用い
て光スイッチを構成することで、屈折率 n が仮に変動した場合でも、光取出し効
率 η のばらつきを抑えながらディスプレイ装置などを作成できることになる。

【 0 0 3 0 】

また、図 5 のグラフは透明電極の屈折率がずれた場合の例であるが、同様な屈
折率の変動した場合であっても逆に光取出し効率 η が大きく変化しない小変化領
域は液晶層の屈折率の変動した場合についても存在する。図 6 は液晶屈折率の変
動について示した図であり、配向膜の屈折率が 1.565 から 1.610 の範囲
において、最大効率のわずかに屈折率の低い側に光取出し効率 η が大きく変化し
ない小変化領域 SD が存在する。この小変化領域を用いて光スイッチを構成する
ことで、液晶の屈折率が仮に変動した場合でも、光取出し効率 η のばらつきを抑
えながらディスプレイ装置などを作成できることになる。

【 0 0 3 1 】

ここで、このような小変化領域が現れる条件について更に説明を加える。一般
に光取出し効率 η は完全にすべての層の屈折率が一致した構造からのずれだけで
決定されるのではなく、その厚みのかけ算で決定される。すなわち屈折率のずれ

$\Delta n (= n_0 - n_1)$ と厚み d の積を波長 λ で割った値が位相 α のずれとなり、この位相 α のずれが反射率や光取出し効率 η を決定する。この点を模式的に示したのが図 7 である。2 つの媒質 4 1、4 2 がある場合に、媒質 4 1 の中間部 4 3 の厚みが d で屈折率が n_1 の場合、対応する媒質 4 2 の中間部 4 4 の厚みが d で屈折率が n_0 であればその異なる屈折率を光が通過することによる位相差は $d \cdot \Delta n \cdot \lambda^{-1}$ であり、この値が光取出し効率 η を決定する因子となる。

【 0 0 3 2 】

一方、本件発明者らが行った複数のシミュレーションから、 $d \cdot \Delta n = 1.278 \times 10^{-3} \mu\text{m}$ が前述の小変化領域が現れる条件となっており、特に配向膜の屈折率 $P I$ が 1.594 で波長 λ として $\lambda = 0.515 \mu\text{m}$ 場合に $d \cdot \Delta n \cdot \lambda^{-1} = 2.48155 \times 10^{-3}$ が小変化領域が現れる条件となる。図 5 から、配向膜の屈折率 $P I$ は 1.593 ~ 1.596 の範囲で小変化領域が得られていることから、位相差 $d \cdot \Delta n \cdot \lambda^{-1}$ をこの範囲に合わせて振った場合には、条件 $2.20 \times 10^{-3} \leq \Delta n \cdot d \cdot \lambda^{-1} \leq 3.03 \times 10^{-3}$ が得られることになり、逆にこの条件を満たすように透明電極層の屈折率 n や膜厚 d 、さらには透過する光の波長 λ を設定することで、前述の小変化領域が現れ、変動に強い形の光取出し効率 η が得られることになる。

【 0 0 3 3 】

前述の例では、配向膜の屈折率を前提として小変化領域が得られる透明電極層の範囲を求めているが、同様の考察は液晶層についても適用でき、前述の条件 $2.20 \times 10^{-3} \leq \Delta n \cdot d \cdot \lambda^{-1} \leq 3.03 \times 10^{-3}$ を満たすことで、小変化領域が得られ、変動に強い形の光取出し効率 η が得られることになる。例えば、波長 $0.515 \mu\text{m}$ において導波路の屈折率よりも配向膜の屈折率を 0.01 程度高くすることで光取出し効率 η の小変化領域が現れることが判明しており、その場合では、液晶の屈折率が 1.582 から 1.585 まで変化した場合でも光取出し効率 η の変動は 2 % 以下に抑えることが可能である。

【 0 0 3 4 】

透明電極としては前述のような例えば ITO 膜で構成することが可能であるが、微粒子分散型透明電極膜を用いることもできる。この微粒子分散型透明電極膜

は、 SnO_2 微粒子とポリエステル系樹脂などの高屈折率透明材料と低屈折率透明材料の組み合わせからなる導電膜であり、導電膜としての屈折率を制御するために、所要量ずつ混ぜ合わせる必要がある。例えば SnO_2 微粒子の屈折率は $n_1=2.0$ で、ポリエステル系樹脂のそれは $n_2=1.45$ である。この場合、この二種類の材料を混合したときの屈折率 n_3 は、その体積比 k で決まることから、ここで微粒子の全体積を V_1 、ポリエステル系樹脂の全体積を V_2 とした場合、比 $k = V_1 / (V_1 + V_2)$ と定義でき、混合したものの屈折率 n_3 は、 $n_3 = k \times n_1 + (1-k) \times n_2$ となる。したがって、この屈折率をたとえば 1.585 に合わせるためには、 $k = 0.2455$ としなければならず、たとえば微粒子の体積 $V_1 = 10 \text{ ml}$ とした場合には、ポリエステル系樹脂の体積は、 $V_2 = 30.73 \text{ ml}$ となる。

【 0 0 3 5 】

このように、設計値通りの屈折率は微粒子と樹脂の体積比を一定に混ぜ合わせることで達成される。また、この方法は他の材料系の組み合わせでも可能である。さらに 2 種類のみならず、3 種類以上の混合であっても体積比で屈折率が決定されるので同様な方法で望みの屈折率が得られることになる。本実施形態においては、多少透明電極膜の屈折率の変動した場合でも、光取出し効率 η の変動を抑えることができるため、高屈折率材料と低屈折率材料とを所要量ずつ混ぜ合わせて作成される微粒子分散型透明電極膜は極めて有効である。

【 0 0 3 6 】

また、より一般的には、図 3 の導波路 3 1 の屈折率 n_0 は 1.585 に限らず 1.57 乃至 1.60 の範囲の屈折率とすることもでき、その上に配向膜 3 4、3 6 や透明電極層 3 3、3 7 として屈折率が 1.594 乃至 1.595 の範囲であって厚みが $0.13 \mu\text{m}$ 乃至 $0.16 \mu\text{m}$ の層が少なくとも 1 層或いは 2 層形成した構造であっても良い。また、前述の条件 $2.20 \times 10^{-3} \leq \Delta n \cdot d \cdot \lambda^{-1} \leq 3.03 \times 10^{-3}$ に代えて、条件 $|\Delta n \cdot d \cdot \lambda^{-1}| \leq 3.03 \times 10^{-3}$ かつ $|\Delta n \cdot d \cdot \lambda^{-1}| \neq 0$ を満たすように構成しても良い。この条件では $\Delta n \cdot d \cdot \lambda^{-1}$ で表される透過光の位相のずれがより広い範囲で満たされることになり、製造上もより作成し易い条件となる。なお、 Δn は負の値となることもあり、透過光の位相のずれについては絶対値で表現している

【 0 0 3 7 】

本実施形態の光スイッチとそれを用いたディスプレイ装置は、光スイッチを構成する積層構造の一部の任意層の屈折率が変動した場合においても、該任意の層が所定の条件を満たすことで均一な光取出し効率 η を得ることができる。ここで前記所定の条件は光の位相差 $\Delta n \cdot d \cdot \lambda^{-1}$ を所定の範囲とするものであり、特に λ^{-1} すなわち波長の逆数を乗算するため、光スイッチの構造は使用する波長にも依存したものとなる。従って、本実施形態の光スイッチを使用してディスプレイ装置を構成する場合、図2に示したように、各導波路毎に用いられる光の波長は決められており、それぞれ赤色発光の発光素子、緑色発光の発光素子、青色発光の発光素子に対応したそれぞれの光スイッチがそれぞれ導波路毎に配置される。換言すれば、フルカラーディスプレイ装置では異なる発光色を導波する導波路が並べられおり、その発光素子で発光する波長に応じて、構成層の厚み及び屈折率の少なくともいずれか一方が隣接する他の光スイッチと異なる光スイッチをそれぞれ設けたことを特徴とするディスプレイ装置を製造することができる。例えば、赤色では波長が長くなる分だけ青色よりも膜厚を厚くするようにして、均一性をフルカラーディスプレイ装置の画面全体に広げることも可能である。

【 0 0 3 8 】

次に、本発明の第2の実施形態について図8乃至図12を参照しながら説明する。本実施形態は導波路のサイズと光スイッチのサイズを最適化したものである。導波路に入射する光が光スイッチの1つから取出される状態については、図8の(a)、(b)に示すように説明できる。

【 0 0 3 9 】

図8(a)、(b)共に、半導体発光素子である半導体レーザー51からレーザー光(TEモード)を導波路52に該半導体レーザー51の端面と導波路52の端面を密着させた上で入射させる。導波路52上には複数の光スイッチである液晶スイッチ53a、53b、53c、53dが並べて配されている。各液晶スイッチ53a～53dは図示しない駆動回路からの供給電圧によってそれぞれ独立してオン状態とオフ状態に切り替えることができ、特に図8(a)、(b)に

においては、液晶スイッチ 5 3 c だけがオン状態であって他の液晶スイッチ 5 3 a、5 3 b、5 3 d はオフ状態である。液晶スイッチ 5 3 a ~ 5 3 d はオン状態の時に光を透過し、オフ状態の時に光を遮断する。

【 0 0 4 0 】

図 8 (a) はオン状態である液晶スイッチ 5 3 c から取出すことのできる光が少ない場合を模式的に示しており、逆に図 8 (b) はオン状態である液晶スイッチ 5 3 c から取出すことのできる光が多い場合を模式的に示している。輝度の高いディスプレイ装置を製造するためには図 8 (b) に示したようにオン状態である液晶スイッチ 5 3 c から取出すことのできる光が多いようにすれば良い。

【 0 0 4 1 】

半導体レーザー 5 1 からのレーザービームは、図 9 に示すように、縦軸で示す導波路内の光強度 I がレーザービームの入射補角 θ に依存して、半値幅が比較的狭いガウス分布を示すものとされている。この図 9 の光強度分布において、角度 θ に依存して該角度 θ が小さいところから順に 1 次、2 次、3 次、…とモードの次数が増加し、角度 θ の大きいところではそのモード数も増大する。図 1 0 は、図 8 の導波路システムにおけるデータであって、縦軸が角度 θ であり、横軸がモードの次数である。厚みが厚いほど対応するモード数も増大するが、角度 θ も大きくなることが示される。

【 0 0 4 2 】

図 1 1 は導波路の厚み d とモード数の関係を示す。導波路の厚み d に対して線形に導波路中を進むレーザービームのモード数が増大するようになっており、例えば導波路の厚み d が $50\ \mu\text{m}$ を超えたところではモード数も 100 を超えて、十分な光強度が得られる。しかしながら、導波路の厚み d が $200\ \mu\text{m}$ を超えたところでは、殆ど光強度の増加が無く、モードの数の増大は光強度の増強にはならない。図 1 2 は導波路に TE モードのレーザービームを入射させ、導波路長手方向の長さが 1 mm の 1 つの光スイッチで取出すことのできる光強度を、導波路の厚み d を 10、50、100、200、300、600 μm として計算したものである。図 1 2 に示すように、導波路の厚み d が $200\ \mu\text{m}$ を超えたところでは、殆ど光強度の増加が無く、これは導波路の厚み d が $200\ \mu\text{m}$ を超えたところ

ではモード数が増大しても、1つのモードがオン状態となっている光スイッチに入射する確率が減少することを示す。更に図13は同じ計算をシステムでの効率として示したものであり、図13において縦軸はシステムとしての効率であって横軸は導波路の厚み d である。効率の導波路の厚み依存性を示す曲線は右下がりのカーブを描き、導波路の厚み d が厚くなるほど効率が低下することを示し、導波路の厚み d が厚くなるほど1つの光スイッチに各モードの光線が入射する確率が減少していることが示される。

【0043】

上述の関係から、光強度を上げるための最適な導波路の厚みとしては、光スイッチの導波路の長手方向におけるスイッチ部分として機能する機能層の長さが1mmである場合に、 $50 \sim 200 \mu\text{m}$ である。すなわち、導波路の厚みが薄い場合にはモード数が減ることになり、十分な光強度を得ることが困難であり、逆に導波路の厚みが厚すぎる場合にはレーザービームが1つの光スイッチである液晶スイッチに入射する確率が減少して、やはり光強度が低下する。

【0044】

光スイッチのサイズに対して、導波路の厚みを一般化した場合では、例えば、光スイッチの前記導波路の長手方向における機能層の長さを $L \mu\text{m}$ とした場合に、導波路の厚みが $0.05 \cdot L \mu\text{m}$ 乃至 $0.2 \cdot L \mu\text{m}$ の範囲であれば、効率の良い光取出しが実現される。ここで機能層の長さ $L \mu\text{m}$ は $1000 \pm 300 \mu\text{m}$ であれば、上述の計算結果にも合致して光取出し効率は良好なものとなる。

【0045】

なお、光スイッチにおける機能層とは、たとえば電界および光の少なくとも一方によってそれぞれ屈折率変調する層、屈折率分布変調する層、発光強度変調する層、着色濃度変調する層、誘電率変調する層、液晶配向状態を変える液晶層、透磁率変調する層、および光散乱する層などからなる群より選ばれた1種または2種以上の組み合わせからなり、選択的な光の導出又は遮断を行う層である。特に本実施形態のように、光スイッチの機能層を有する素子として液晶素子3が用いられる場合、強誘電性液晶層を機能層として有するものが好ましい。機能層の長さが光の導出又は遮断を導波路に対して行うサイズであり、例えば機能層の端

部に枠などが形成されている場合は、その枠の内側のサイズが導波路の厚みの基準となるLとなる。

【 0 0 4 6 】

本発明の応用例の一つには、上述の如き導波路を用いたディスプレイ装置がある。個々の光スイッチの屈折率が不均一である場合、光の取り出し効率が変動するために輝度ムラが発生する。しかし本発明を用いれば、この不均一性があっても取り出し効率が一定になるために輝度ムラが生じなくなる利点がある。

【 0 0 4 7 】

また、もう一つの応用例は、光通信分野への利用が可能である。特に並列処理を伴うような複雑な光スイッチには入力側が単信号であっても、出力側が多信号の場合がある。たとえば1つの導波路に複数の光スイッチがある場合、個々の光スイッチの効率が異なると信号強度の変動となり、誤差の原因となる。本発明では、この問題を一度に解決する。ディスプレイ装置と光通信以外にも、集合発光演算素子や2次元演算装置、あるいは他の複数個光スイッチを並べるものに対して、本発明は有効である。

【 0 0 4 8 】

以上のように、本発明の光スイッチおよびそれを用いたディスプレイ装置によれば、膜厚の変動や屈折率の変動に対して、光取出し効率が大きく変動しない小変化領域を利用しているため、光取出し効率の均一化が容易に実現される。また、導波路の厚みを光スイッチのサイズに対応して最適化されるため、光取出し効率が向上され、高輝度の出力が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施形態の光スイッチの構造を示す概略的な斜視図である。

【図2】

本発明の実施形態の光スイッチを用いたディスプレイ装置の構造を示す概略的な斜視図である。

【図3】

本発明の実施形態の光スイッチの断面構造を示す模式断面図である。

【図 4】

本発明の実施形態の光スイッチにおける角度と反射率の関係を示すグラフである。

【図 5】

本発明の実施形態の光スイッチにおける透明電極屈折率と光取出し効率の関係を示すグラフである。

【図 6】

本発明の実施形態の光スイッチにおける液晶屈折率と光取出し効率の関係を示すグラフである。

【図 7】

光スイッチ構造における位相差についての模式図である。

【図 8】

本発明の第 2 の実施形態の導波路と光スイッチの構造を示す概略断面図である。

【図 9】

導波路中における光強度と角度の関係を示すグラフである。

【図 1 0】

導波路にレーザー光を入射した場合における角度とモード数との関係を示すグラフである。

【図 1 1】

導波路にレーザー光を入射した場合におけるモード数と導波路の厚みの関係を示すグラフである。

【図 1 2】

導波路にレーザー光を入射した場合における光強度と導波路の厚みの関係を示すグラフである。

【図 1 3】

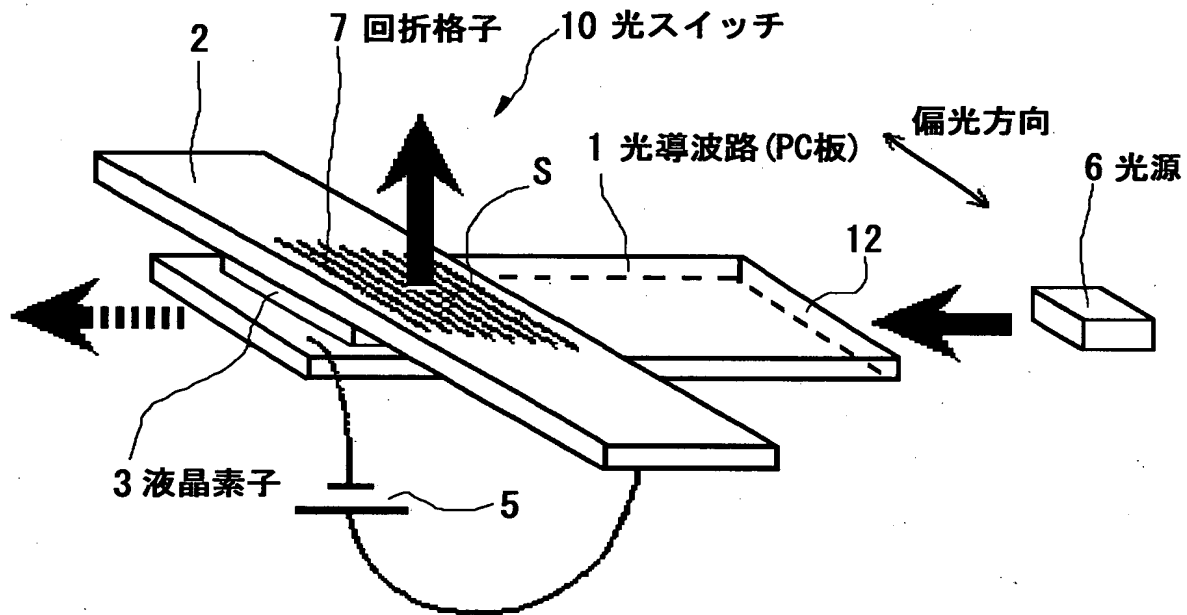
導波路にレーザー光を入射した場合におけるシステムでの効率と導波路の厚みの関係を示すグラフである。

【符号の説明】

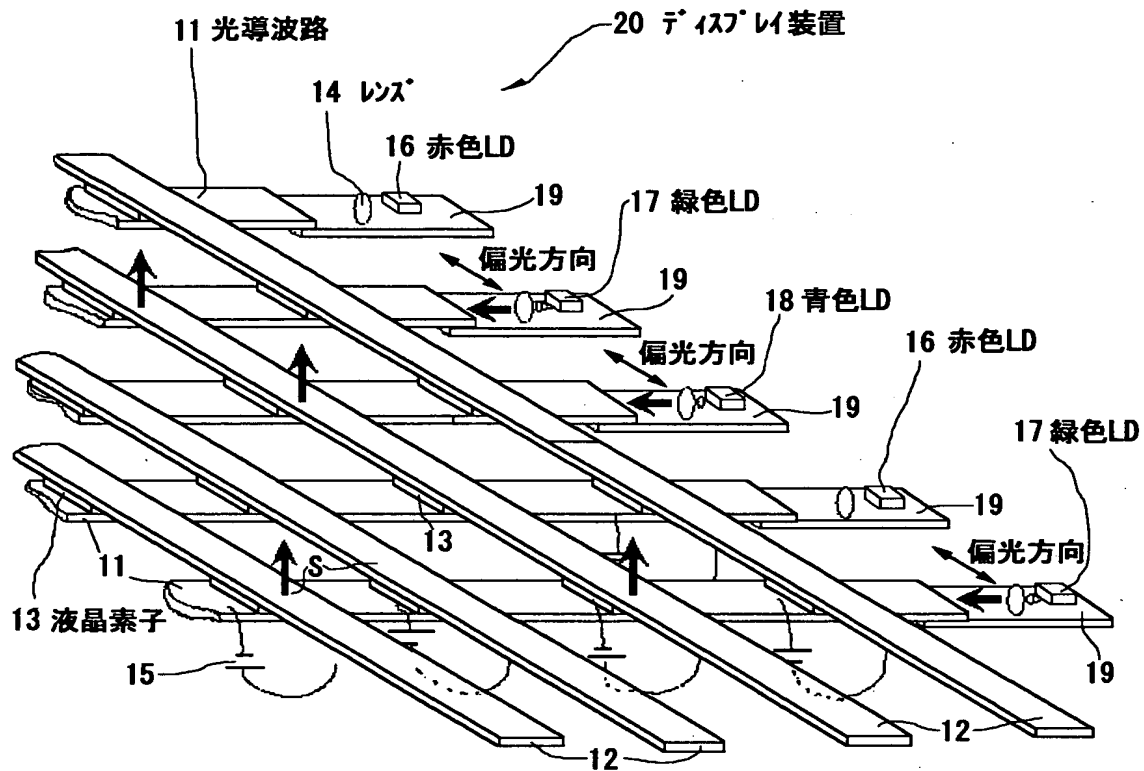
- 1 光導波路
- 2 光取出し部
- 3 液晶素子
- 6 光源
- 1 6、1 7、1 8 半導体レーザー
- 3 1 導波路
- 3 2 光取出し層
- 3 3、3 7 透明電極層
- 3 4、3 6 配向膜
- 3 5 液晶層
- 5 1 半導体レーザー
- 5 2 導波路
- 5 3 a、5 3 b、5 3 c、5 3 d 液晶スイッチ

【書類名】 図面

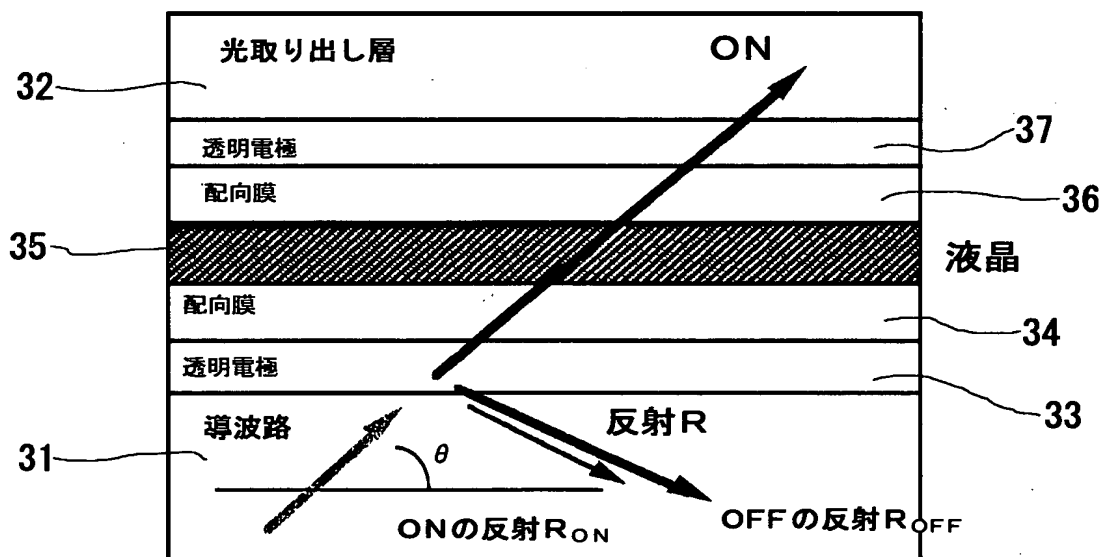
【図 1】



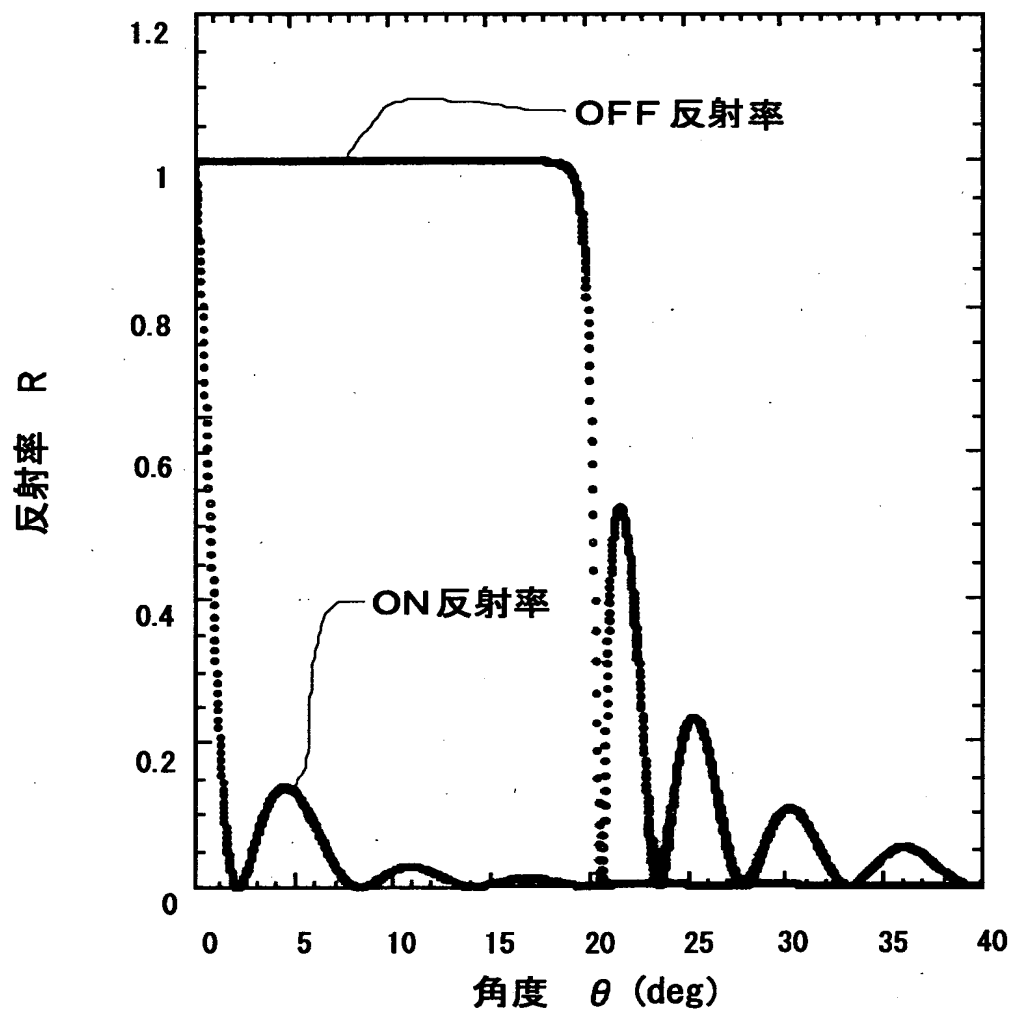
【図 2】



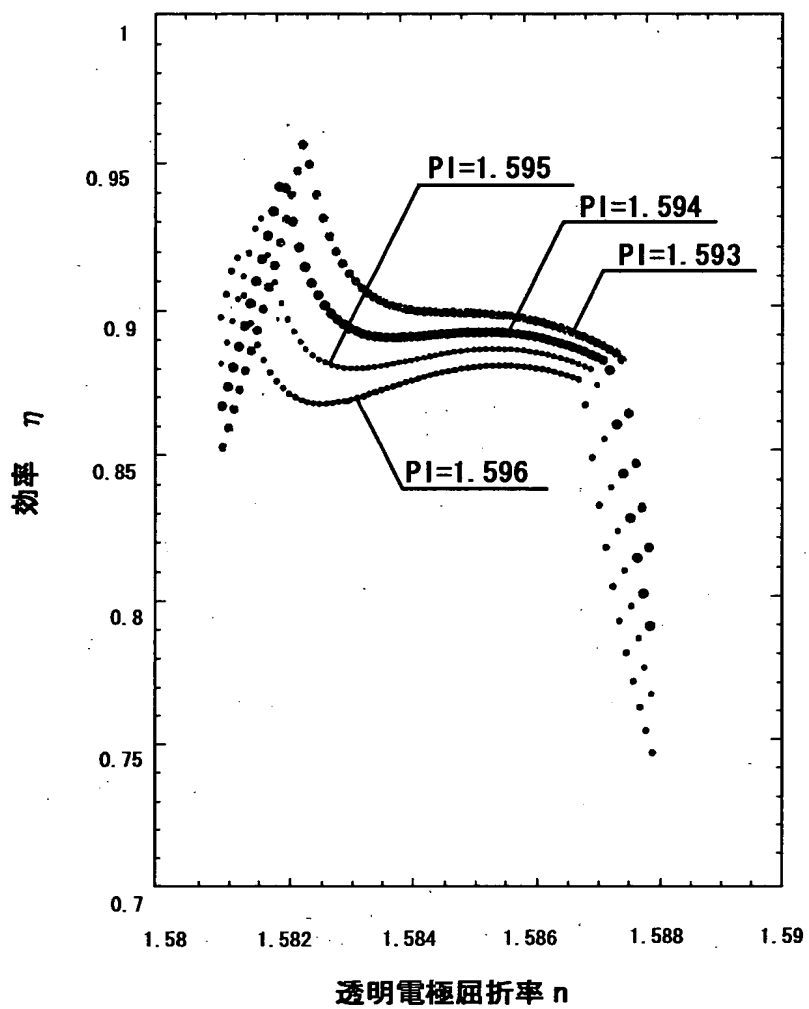
【図 3】



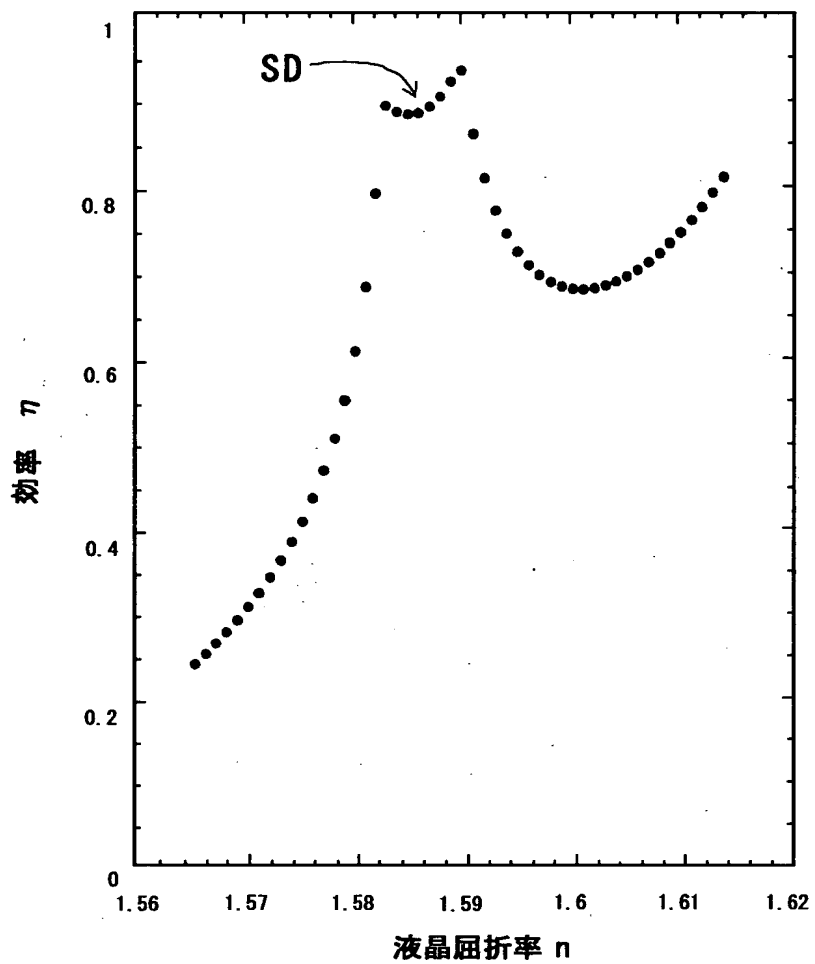
【图 4】



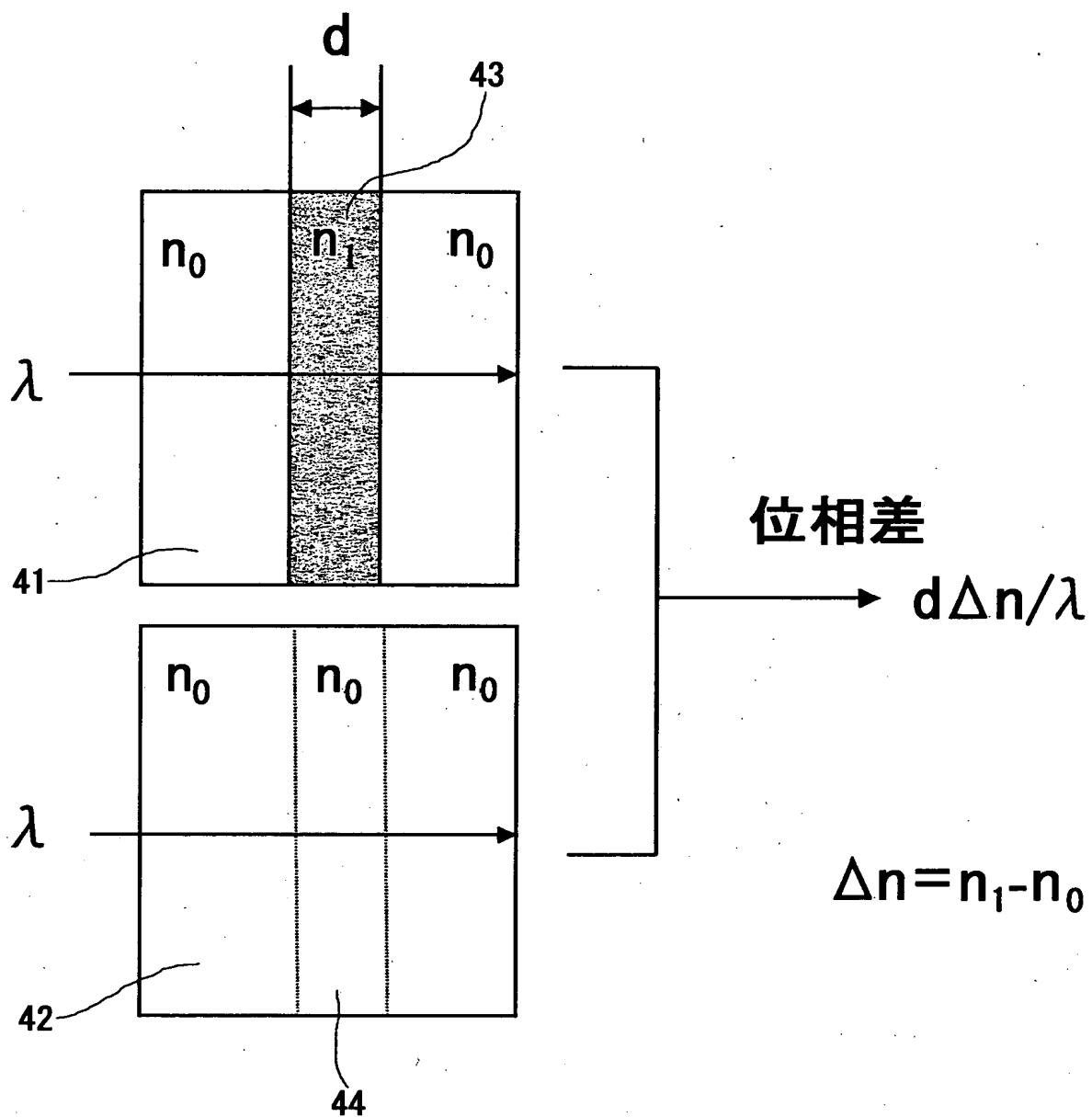
【図 5】



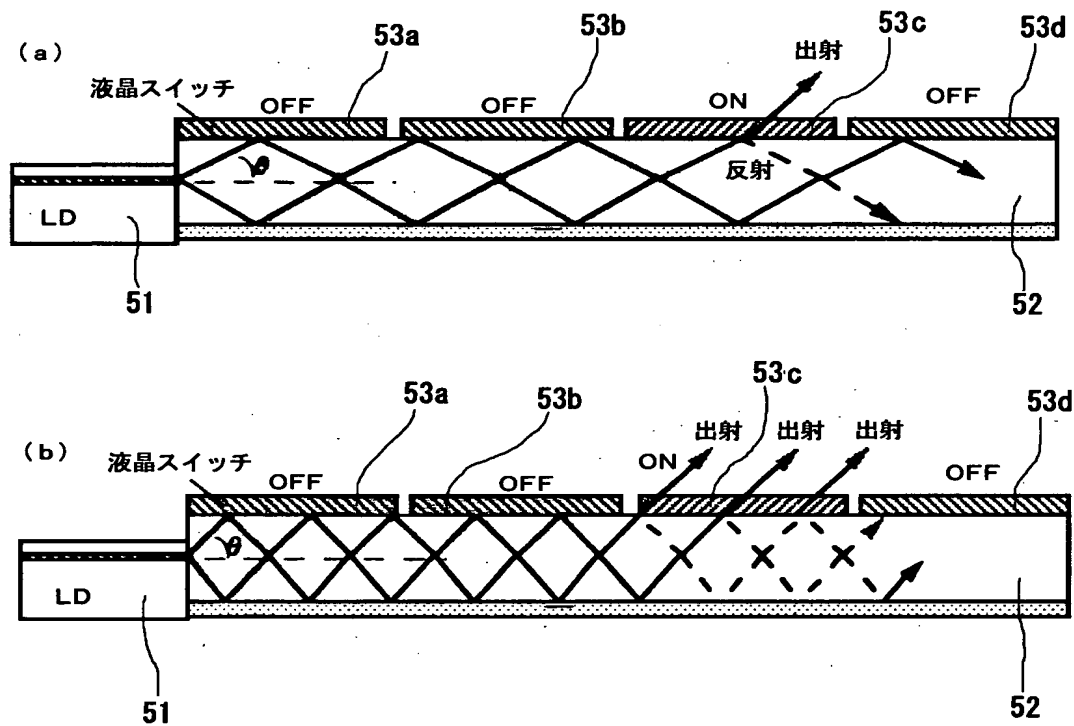
【図 6】



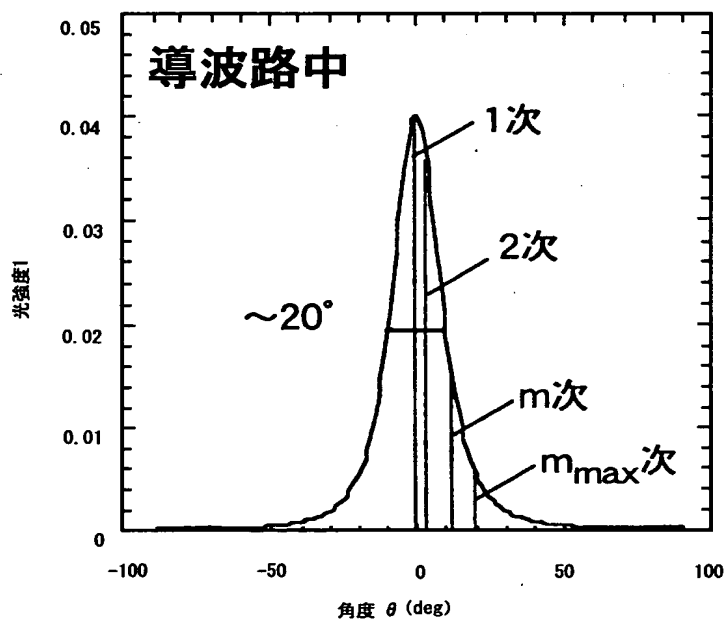
【図 7】



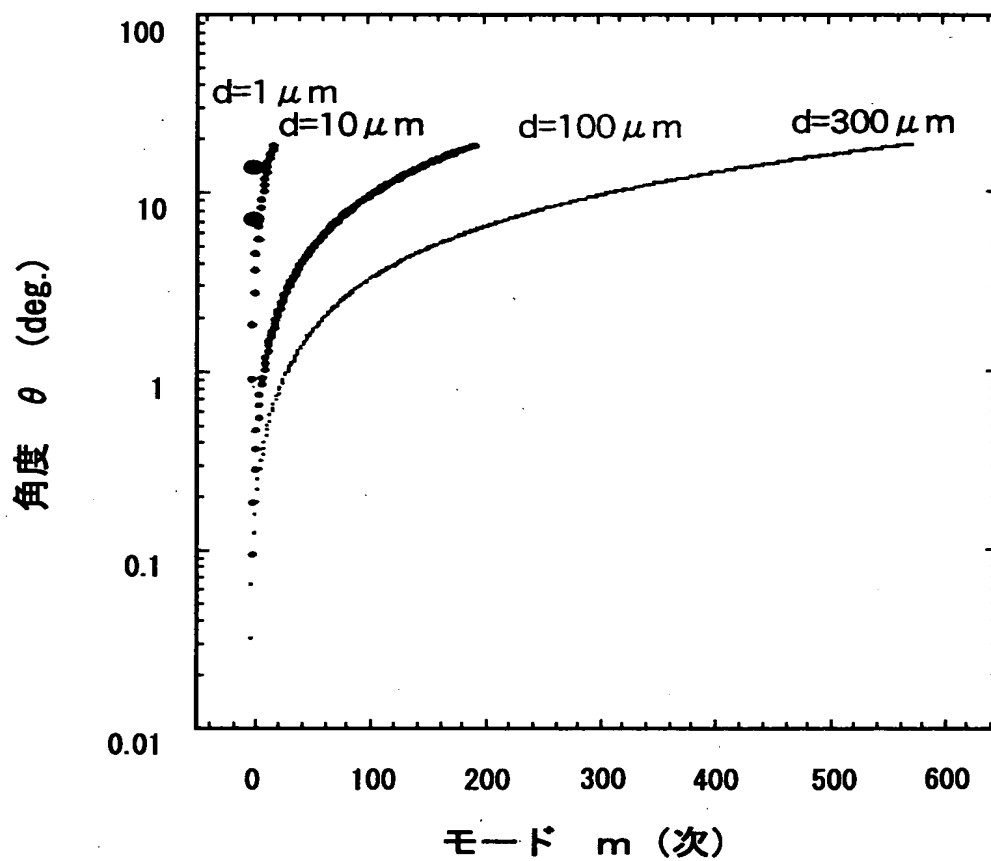
【図 8】



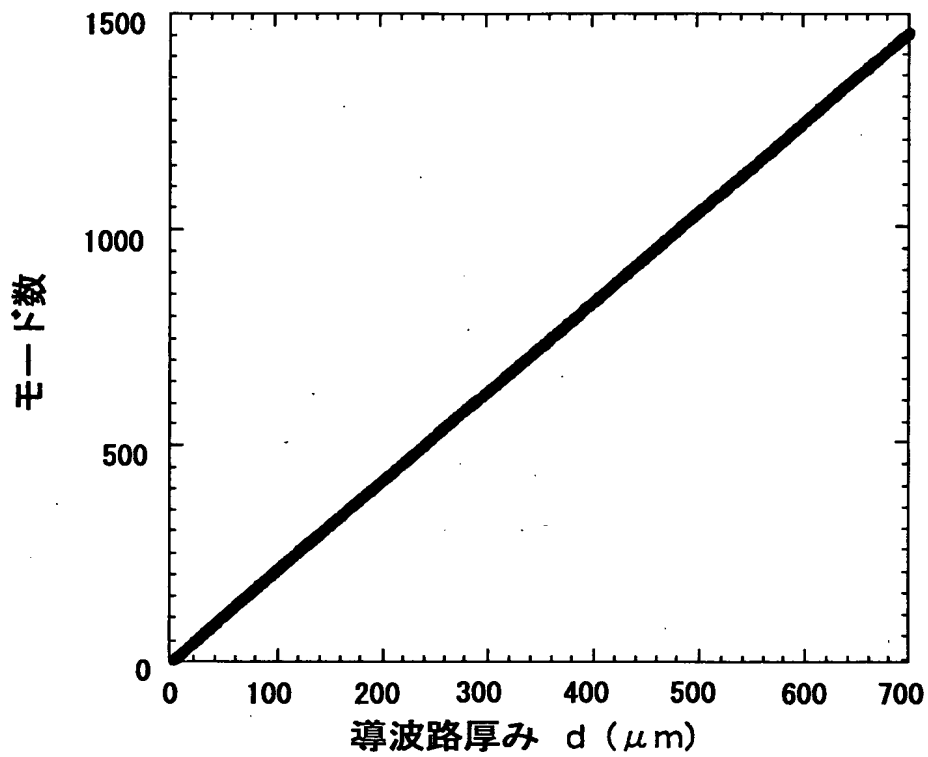
【図 9】



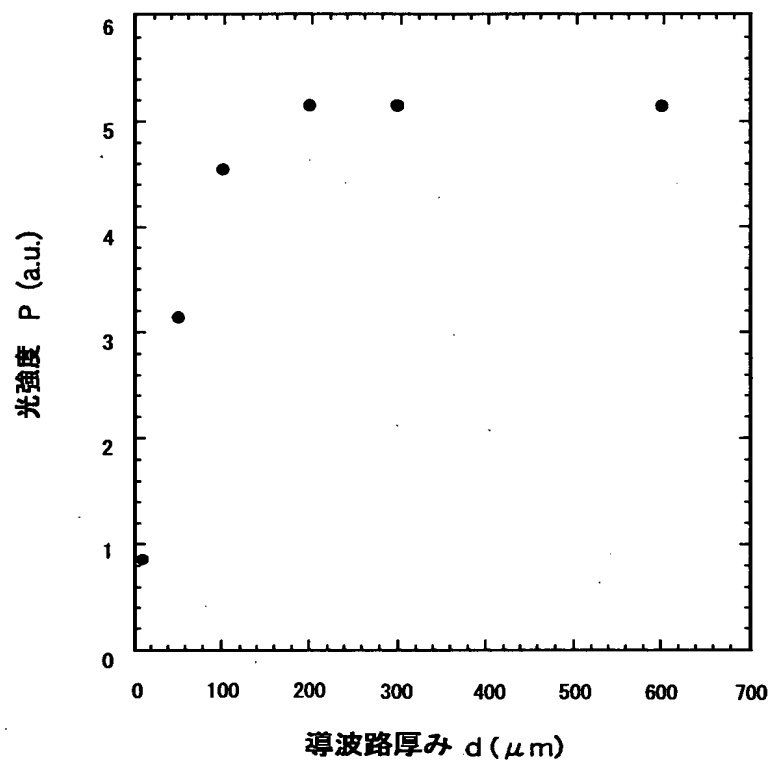
【図 1 0】



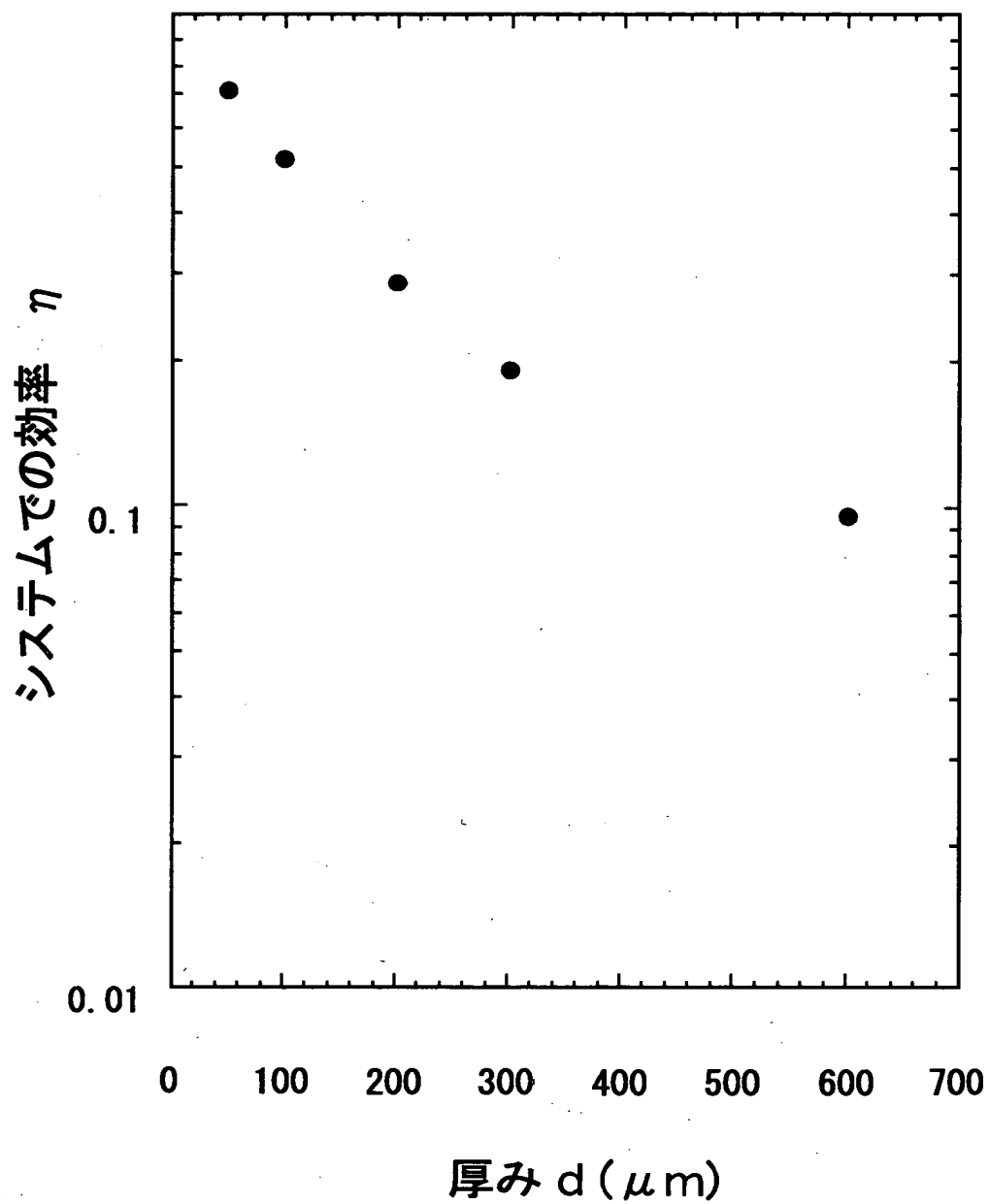
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光取出し効率の均一化が容易に実現される光スイッチとそれを用いたディスプレイ装置を提供する。また、高輝度の出力も可能とする。

【解決手段】 入射光を導波路 1 に入射させ、その入射光の一部を導波路 1 の外部に設けられた光取出し部 2 に選択的に射出するための光スイッチ 10 およびそれを用いたディスプレイ装置において、選択的な前記入射光の射出を行う液晶素子 3 を有し、前記導波路 10 の屈折率 n_0 と液晶素子 3 の任意層の屈折率 n_1 の差が Δn であり、任意層の厚みが d であり、入射光の波長が λ である場合に、条件 $2.20 \times 10^{-3} \leq \Delta n \cdot d \cdot \lambda^{-1} \leq 3.03 \times 10^{-3}$ を満たすように液晶素子 3 の任意層を設定する。光取出し効率が大きく変動しない小変化領域により光取出し効率の均一化が容易に実現される。

【選択図】 図 5

特2000-322273

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日 1990年 8月30日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号
氏 名 ソニー株式会社